

PCT/JP 2004/006501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

07. 5. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2004年 1月28日

出 願 番 号
Application Number: 特願2004-020337
[ST. 10/C]: [JP 2004-020337]

出 願 人
Applicant(s): 浜松ホトニクス株式会社

REC'D 01 JUL 2004

WIPO

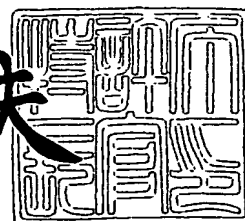
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 6月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2004-3050458

【書類名】 特許願
【整理番号】 2003-0828
【提出日】 平成16年 1月28日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 27/00
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社
 内
 【氏名】 高 新
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社
 内
 【氏名】 鄭 宇進
【特許出願人】
 【識別番号】 000236436
 【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100088155
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092657
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 寺崎 史朗
【選任した代理人】
 【識別番号】 100124291
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石田 悟
【選任した代理人】
 【識別番号】 100110582
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 柴田 昌聰
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 014708
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

長手方向に沿って並列に配列された複数の活性領域を有する半導体レーザアレイと、
前記複数の活性領域から出射した複数の光束を前記長手方向と垂直な面内で屈折させる
コリメートレンズと、

前記コリメートレンズによって屈折された各光束を受光し、その受光した各光束に対す
る反射部と透過部とを有し、前記反射部で反射した光の少なくとも一部を、該光を出射し
た前記活性領域に帰還させる光学素子と、

前記コリメートレンズによって屈折された各光束を受光して垂直入射させ、その垂直入
射した光のうち特定波長の光の一部をブラッグ反射させて、その反射した光の少なくとも
一部を、該光を出射した前記活性領域に帰還させ、前記特定波長の光の残部を透過させる
波長選択素子と、

を備え、

前記光学素子の前記反射部と前記波長選択素子との間でレーザ共振器が構成されている

ことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】

長手方向に沿って並列に配列された複数の活性領域を有する半導体レーザアレイが前記
長手方向と垂直な方向に複数個積層された半導体レーザアレイスタックと、

前記複数の活性領域から出射した複数の光束を前記長手方向と垂直な面内で屈折させる
コリメートレンズと、

前記コリメートレンズによって屈折された各光束を受光し、その受光した各光束に対す
る反射部と透過部とを有し、前記反射部で反射した光の少なくとも一部を、該光を出射し
た前記活性領域に帰還させる光学素子と、

前記コリメートレンズによって屈折された各光束を受光して垂直入射させ、その垂直入
射した光のうち特定波長の光の一部をブラッグ反射させて、その反射した光の少なくとも
一部を、該光を出射した前記活性領域に帰還させ、前記特定波長の光の残部を透過させる
波長選択素子と、

を備え、

前記光学素子の前記反射部と前記波長選択素子との間でレーザ共振器が構成されている

ことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 3】

長手方向に沿って並列に配列された複数の活性領域を有する半導体レーザアレイと、

前記複数の活性領域から出射した複数の光束を前記長手方向と垂直な面内で屈折させる
コリメートレンズと、

前記コリメートレンズによって屈折された各光束を受光し、その受光した各光束に対す
る反射部と透過部とを有し、前記反射部で反射した光の少なくとも一部を、該光を出射し
た前記活性領域に帰還させる光学素子と、

前記コリメートレンズによって屈折された各光束を受光して入射させ、その入射した光
を回折により反射させて、その回折した光のうち特定波長の特定回折次数の光を、該光を
出射した前記活性領域に帰還させ、前記特定波長の前記特定回折次数の光以外の光を外部
へ出力させる波長選択素子と、

を備え、

前記光学素子の前記反射部と前記波長選択素子との間でレーザ共振器が構成されている

ことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 4】

長手方向に沿って並列に配列された複数の活性領域を有する半導体レーザアレイが前記
長手方向と垂直な方向に複数個積層された半導体レーザアレイスタックと、

前記複数の活性領域から出射した複数の光束を前記長手方向と垂直な面内で屈折させる
コリメートレンズと、

前記コリメートレンズによって屈折された各光束を受光し、その受光した各光束に対する反射部と透過部とを有し、前記反射部で反射した光の少なくとも一部を、該光を出射した前記活性領域に帰還させる光学素子と、

前記コリメートレンズによって屈折された各光束を受光して入射させ、その入射した光を回折により反射させて、その回折した光のうち特定波長の特定回折次数の光を、該光を出射した前記活性領域に帰還させ、前記特定波長の前記特定回折次数の光以外の光を外部へ出力させる波長選択素子と、

を備え、

前記光学素子の前記反射部と前記波長選択素子との間でレーザ共振器が構成されている

ことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 5】

前記光学素子は、前記コリメートレンズと前記波長選択素子との間に設けられ、

前記波長選択素子は、前記コリメートレンズから前記光学素子の前記透過部に入射して前記透過部を透過した光を受光する、

ことを特徴とする請求項 1～4 の何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】

前記波長選択素子は、前記コリメートレンズと前記光学素子との間に設けられ、前記コリメートレンズから前記光学素子の前記透過部に向かう光を受光する、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 7】

前記光学素子は、透光性材料からなる平板状の基材に前記反射部と前記透過部とが形成されたものである、ことを特徴とする請求項 1～4 の何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 8】

前記光学素子は、前記反射部と前記透過部とが前記長手方向に沿って交互に設けられている、ことを特徴とする請求項 1～4 の何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 9】

前記光学素子は、前記コリメートレンズから出射される各光束の光軸に垂直な面に対して前記反射部が傾けられて設けられ、前記反射部に入射する光の少なくとも一部を前記反射部に垂直入射させる、ことを特徴とする請求項 1～4 の何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体レーザ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の半導体レーザ装置として、長手方向に沿って並列に配列された複数の活性領域を有する半導体レーザアレイと、複数の活性領域から出射した複数の光束を長手方向と垂直な面内で屈折させるコリメートレンズと、コリメートレンズによって屈折された光束を受光し、その光束の横断面をほぼ90°回転させる光路変換素子と、を備えた半導体レーザ装置が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

特許文献1に記載された半導体レーザ装置の半導体レーザアレイ101の各活性領域103から出射する光束の拡がり角を図12に示す。ここで、図12(a)は、光束の拡がり角を示す側面図であり、図12(b)は、光束の拡がり角を示す平面図である。なお、半導体レーザアレイのレーザ光出射方向をx方向とし、活性領域の配列方向をy方向とし、x方向およびy方向の双方に垂直な方向をz方向として座標軸（x軸、y軸、z軸）を設定し、以下の説明に用いる。各活性領域から出射した光束のz方向の拡がり角は光軸105を中心として30°～40°であり（図12(a)）、y方向の拡がり角は8～10°である（図12(b)）。特許文献1の半導体レーザ装置においては、コリメートレンズで光束を垂直方向へ平行化した後、光路変換素子によって光束断面を90°回転させることによって、隣り合う光束が交差しにくいようにしている。

【特許文献1】 特許第3071360号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般に、レーザ装置から出射されるレーザ光は、各種の応用を考慮すると、拡がり角が小さいことが要求され、また、スペクトル幅が狭いことが要求される。

【0005】

しかし、特許文献1の半導体レーザ装置では、光路変換素子で光束断面を90°回転させるだけなので、y方向の拡がり角はそのままz方向の拡がり角となっている。最終的に半導体レーザ装置から出射されるレーザ光は、z方向へ8～10°の拡がり角を有したままである。また、特許文献1の半導体レーザ装置では、半導体レーザアレイ101の各活性領域103から出射する光のスペクトル幅が広いので、最終的に半導体レーザ装置から出射されるレーザ光のスペクトル幅も広い。

【0006】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたもので、出射されるレーザ光の拡がり角を小さくすることができ且つスペクトル幅を狭くすることができる半導体レーザ装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明の半導体レーザ装置は、(1) 長手方向に沿って並列に配列された複数の活性領域を有する半導体レーザアレイと、(2) 複数の活性領域から出射した複数の光束を長手方向と垂直な面内で屈折させるコリメートレンズと、(3) コリメートレンズによって屈折された各光束を受光し、その受光した各光束に対する反射部と透過部とを有し、反射部で反射した光の少なくとも一部を、該光を出射した活性領域に帰還させる光学素子と、(4) コリメートレンズによって屈折された各光束を受光して垂直入射させ、その垂直入射した光のうち特定波長の光の一部をブラック反射させて、その反射した光の少なくとも一部を、該光を出射した活性領域に帰還させ、特定波長の光の残部を透過

させる波長選択素子とを備え、光学素子の反射部と波長選択素子との間でレーザ共振器が構成されていることを特徴とする。

【0008】

また、本発明の半導体レーザ装置は、(1) 長手方向に沿って並列に配列された複数の活性領域を有する半導体レーザアレイが長手方向と垂直な方向に複数個積層された半導体レーザアレイスタックと、(2) 複数の活性領域から出射した複数の光束を長手方向と垂直な面内で屈折させるコリメートレンズと、(3) コリメートレンズによって屈折された各光束を受光し、その受光した各光束に対する反射部と透過部とを有し、反射部で反射した光の少なくとも一部を、該光を出射した活性領域に帰還させる光学素子と、(4) コリメートレンズによって屈折された各光束を受光して垂直入射させ、その垂直入射した光のうち特定波長の光の一部をブラッグ反射させて、その反射した光の少なくとも一部を、該光を出射した活性領域に帰還させ、特定波長の光の残部を透過させる波長選択素子とを備え、光学素子の反射部と波長選択素子との間でレーザ共振器が構成されていることを特徴とする。

【0009】

上記半導体レーザ装置において、半導体レーザアレイの各活性領域から出射する光束は、各活性領域からは z 方向に拡がって出射するが、コリメートレンズにより屈折されることで z 方向については略平行光とされて、光学素子または波長選択素子に入射する。光学素子では、その受光した各光束に対する反射部と透過部とが設けられている。そして、光学素子の反射部で反射した光の少なくとも一部は、該光を出射した活性領域に帰還される。また、波長選択素子に入射した光のうち特定波長の光の一部は波長選択素子によりブラッグ反射され、その反射した光の少なくとも一部は、該光を出射した活性領域に帰還される。これにより、光学素子の反射部と波長選択素子との間で外部共振器が形成されて、その共振器の内部に位置する活性領域において誘導放出が起こり、レーザ発振する。一方、光学素子の透過部を透過した光は、半導体レーザ装置の出力光として外部へ出射する。

【0010】

また、本発明の半導体レーザ装置は、上記のブラッグ反射させる波長選択素子に替えて、回折により光を回折・反射させる波長選択素子を備えることを特徴としてもよい。すなわち、この場合の波長選択素子は、コリメートレンズによって屈折された各光束を受光して入射させ、その入射した光を回折により反射させて、その回折した光のうち特定波長の特定回折次数の光を、該光を出射した活性領域に帰還させ、特定波長の特定回折次数の光以外の光を外部へ出力させる。

【0011】

このような半導体レーザ装置において、半導体レーザアレイの各活性領域から出射する光束は、各活性領域からは z 方向に拡がって出射するが、コリメートレンズにより屈折されることで z 方向については略平行光とされて、光学素子に入射する。光学素子では、その受光した各光束に対する反射部と透過部とが設けられている。光学素子の反射部で反射した光の少なくとも一部は、該光を出射した活性領域に帰還される。また、光学素子の透過部を透過した光は、回折により光を反射させることができる波長選択素子に入射する。波長選択素子に入射した光のうち特定波長の特定回折次数の光は、該光を出射した活性領域に帰還される。これにより、光学素子の反射部と波長選択素子との間で外部共振器が形成されて、その共振器の内部に位置する活性領域において誘導放出が起こり、レーザ発振する。一方、波長選択素子に入射した光のうち特定波長の特定回折次数の光以外の光は、半導体レーザ装置の出力光として外部へ出射する。

【0012】

また、本発明の半導体レーザ装置では、光学素子は、コリメートレンズと波長選択素子との間に設けられ、波長選択素子は、コリメートレンズから光学素子の透過部に入射して透過部を透過した光を受光するのが好適である。或いは、ブラッグ反射させる波長選択素子は、コリメートレンズと光学素子との間に設けられ、コリメートレンズから光学素子の透過部に向かう光を受光するのも好適である。これら何れの場合にも、光学素子の反射部と波長選択素子との間で外部共振器が形成されて、その共振器の内部に位置する活性領域

において誘導放出が起こり、レーザ発振する。

【0013】

光学素子は、単に反射ミラーが反射部となり、透過部として何ら媒質が設けられていなくてもよい。この場合には、コリメートレンズから到達する光束の一部を反射するように該反射ミラーが配置され、該光束の残部が波長選択素子に入射する。

【0014】

また、光学素子は、透光性材料からなる平板状の基材に反射部と透過部とが形成されたものであるのが好適である。この場合には、光束毎の反射部と透過部とが長手方向に沿って交互に基材に形成されて光学素子が一体化されているので、光学素子の扱いが容易となり、半導体レーザ装置の組み立てや光軸調整が容易である。

【0015】

また、光学素子は、反射部と透過部とが長手方向（半導体レーザアレイにおいて複数の活性領域が配列されている方向）に沿って交互に設けられているのが好適である。

【0016】

また、光学素子は、コリメートレンズから出射される各光束の光軸に垂直な面に対して反射部が傾けられて設けられ、反射部に入射する光の少なくとも一部を反射部に垂直入射させるのが好適である。この場合には、コリメートレンズから出射される各光束の光軸に垂直な面に対して反射部が傾けられて設けられていて、コリメートレンズから長手方向へ拡がって放射される光束のうち一部は、反射部に垂直入射して、入射経路とは逆の経路を辿って活性領域に帰還される。これにより外部共振器が形成されて、高効率にレーザ発振することができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、出射光の拡がり角を小さくすることができ且つスペクトル幅を狭くすることができる半導体レーザ装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一または同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0019】

（第1実施形態）

先ず、本発明の半導体レーザ装置の第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態の半導体レーザ装置1の構成を示す図であり、(a)は平面図であり、(b)は側面図である。半導体レーザ装置1は、半導体レーザアレイ3、コリメートレンズ5、光学素子9および波長選択素子8を備えている。半導体レーザアレイ3の活性領域3aが配列された方向をy方向とし、活性領域3aからレーザ光が出射される方向をx方向とし、その双方に垂直な方向をz方向として、座標軸（x軸、y軸、z軸）を設定し、以下の説明に用いる。

【0020】

図2は、半導体レーザアレイ3の斜視図である。半導体レーザアレイ3は、y方向（長手方向）に沿って並列に配列された複数の活性領域3aを有している。それぞれの活性領域3aからは光軸Aに沿ってレーザ光の光束が出射される。ここで、光軸Aは活性領域3aの中心を通りx軸に平行な軸である。図3(a)は、半導体レーザアレイ3の前端面（光出射面）を示す図である。図3(b)は、活性領域3aの前端面を示す図である。半導体レーザアレイ3は、幅1cmの間に活性領域3aが、 $300\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ の間隔でy方向に一列に配列された構造を有している。その活性領域3aの断面は、 $100\mu\text{m}$ ～ $200\mu\text{m}$ の幅、 $1\mu\text{m}$ の厚さを有している。また、半導体レーザアレイ3の前端面には反射率数%以下の反射低減膜がコーティングされている。

【0021】

図4は、コリメートレンズ5を示す斜視図である。コリメートレンズ5の前または後のレンズ面は、y方向に沿った母線をもつ円柱面である。コリメートレンズ5の寸法は、x方向の長さが0.4mm~1.5mmであり、y方向の長さが12mmであり、z方向の長さが0.6mm~1.5mmである。コリメートレンズ5は、y方向に沿って細長い形状をしている。

【0022】

コリメートレンズ5は、母線方向(y方向)を含む面内では屈折作用を有しないが、母線に垂直な面内では屈折作用を有している。上述のように、活性領域3aから出射する光束の垂直方向の拡がり角が大きいため、集光効率を高めるためには、屈折作用を利用して光束の拡がりを抑える必要がある。コリメートレンズ5と半導体レーザーアレイ3とは、コリメートレンズ5の母線と半導体レーザーアレイ3の垂直方向(z方向)とが直交するような位置関係に設置されている。このように設置されると、活性領域3aから出射した光束を、コリメートレンズ5の母線に垂直な面内で屈折させ、平行化することができる。すなわち、コリメートレンズ5は、各活性領域3aから出射した光束の垂直方向(z方向)の成分を屈折させ、平行化する。また、この平行化を効率良く行うために、大きなNA(例えば $NA \geq 0.5$)で短焦点(例えば $f \leq 1.5$ mm)のコリメートレンズ5の主点を、活性領域3aからのその焦点距離となるように配置する。半導体レーザーアレイ3の活性領域3aから出射する光束は、すべて一つのコリメートレンズ5に入射する。

【0023】

図5は、光学素子9を示す斜視図である。この図は、コリメートレンズ5の側から光学素子9を見たときの斜視図である。光学素子9は、コリメートレンズ5によりz方向について平行化された各光束を受光し、その受光した各光束に対する反射部9rと透過部9tとが長手方向(y方向)に沿って交互に設けられている。そして、光学素子9は、反射部9rで反射した光の少なくとも一部を、該光を出射した活性領域3aに帰還させる。また、光学素子9は、透過部9tに入射した光を透過させる。

【0024】

光学素子9は、ガラスや石英等の透光性材料からなる平板状の基材9sの一方の面(コリメートレンズ5側の面)に、反射部9rと透過部9tとが長手方向(y方向)に沿って交互に形成されている。反射部9rおよび透過部9tそれぞれは、上記長手方向についての幅が一定でz方向に延びている。すなわち、光学素子9は、複数の反射部9rをストライプ状に有している。

【0025】

反射部9rは、コリメートレンズ5から入射した光を高反射率(例えば99.5%以上の反射率)で反射するのが好適であり、例えば、全反射膜が形成されたものであるのが好適である。透過部9tは、コリメートレンズ5から入射した光を高透過率(例えば99.5%以上の透過率)で透過させるのが好適であり、例えば反射低減膜が形成されたものであるのが好適である。また、基材9sの他方の面(コリメートレンズ5側とは反対側の面)には、反射低減膜が形成されているのが好適である。

【0026】

互いに隣接する1対の反射部9rおよび透過部9tは、1つの活性領域3aと対応しており、それら反射部9rと透過部9tとの境界は、z方向に平行であって、コリメートレンズ5から光学素子9に到達する各光束の横断面内にある。したがって、反射部9rは、コリメートレンズ5から光学素子9に到達する各光束のうち一部の断面部分を、コリメートレンズ5側へ反射する。一方、透過部9tは、コリメートレンズ5から光学素子9に到達する各光束のうち、透過部9tへ入射する断面部分を透過させる。

【0027】

光学素子9は、コリメートレンズ5から出射される各光束の光軸に対して基材9sが垂直であってもよいが、コリメートレンズ5から出射される各光束の光軸に垂直な面に対して基材9sが角度 α だけ傾けられて配置されていて、また、コリメートレンズ5から出射される光束のy方向の拡がり角 β の2分の1より傾斜角 α が小さいのが好ましい。このよ

うにすることより、反射部9 rに入射する光の少なくとも一部を反射部9 rに垂直入射させて、その反射させた光を、入射経路とは逆の経路を辿って活性領域3 aに帰還させることができる。

【0028】

図6は、波長選択素子8を示す斜視図である。波長選択素子8は、厚み方向（略x方向）に屈折率が周期的に分布しているもので、入射した光の一部をブラッグ反射させることができる。波長選択素子8は、コリメートレンズ5から出力され光学素子9の透過部9 tを透過した各光束を受光して垂直入射させ、その垂直入射した光のうちブラッグ条件を満たす特定波長の光の一部を反射させて、その反射した光の少なくとも一部を、該光を出射した活性領域3 aに帰還させ、該特定波長の光の残部を透過させる。そして、光学素子9の反射部9 rと波長選択素子8との間でレーザ共振器が構成されている。なお、このような波長選択素子8として、例えば、PD-LD Inc.製の製品LuxxMaster^T_Mが知られている。

【0029】

続いて、半導体レーザ装置1の動作について説明する。半導体レーザアレイ3の各活性領域3 aから光束L 1がx方向へ出射される。この光束L 1は、光軸（図1中の一点鎖線）を中心にして、y方向において8°の拡がり角を有し、z方向へ30°の拡がり角を有している。活性領域3 aの横断面の垂直方向（z方向）の長さは、水平方向（y方向）の長さの100分の1～200分の1である。したがって、活性領域3 aから出射する際は、光束L 1の横断面は水平方向に細長い。活性領域3 aから出射した光束は、コリメートレンズ5に到達するまでに拡がる。なお、コリメートレンズ5に入射する光束の横断面の垂直方向の長さは、コリメートレンズ5の焦点距離により決まる。

【0030】

活性領域3 aから出射された光束L 1は、コリメートレンズ5へ入射する。コリメートレンズ5は、y軸に垂直な面（xz平面に平行な面）内で光束L 1を屈折させ、その屈折させたものを光束L 2としてx方向へ出射する。光束L 2は、z方向の拡がり角がほぼ0.2°となり、y方向については屈折作用を受けない。すなわち、コリメートレンズ5から出射した後では水平方向の拡がり角が垂直方向の拡がり角より大きくなっているため、コリメートレンズ5から離れた位置での光束の横断面は、水平方向に細長い形状を有している。コリメートレンズ5はy軸を含む面内においての屈折作用は有しないので、y方向の拡がり角は光束L 1と同様の角度である。

【0031】

コリメートレンズ5により屈折されて出射された光束L 2は、隣接する光束同士が交差する前に光学素子9へ入射する。光学素子9へ入射した光束のうち、反射部9 rに入射した光は該反射部9 rで反射され、透過部9 tに入射した光は該透過部9 tを透過する。

【0032】

コリメートレンズ5から光学素子9の反射部9 rに入射して反射された光の少なくとも一部は、活性領域3 aから光学素子9の反射部9 rへ至った光路とは逆の向きを辿って活性領域3 aへ帰還する。帰還した光束は、半導体レーザアレイ3の活性領域3 aまで戻り、活性領域3 a内で増幅され、さらに、半導体レーザアレイ3のレーザ光が出射される端面（出射面）に対向する端面（反射面）へ達する。反射面に達した光束は、該反射面で反射され、再び活性領域3 aからx方向へ出射される。出射された光束の一部は再び上記光路で光学素子9まで達する。

【0033】

一方、コリメートレンズ5から光学素子9の透過部9 tに入射して該透過部9 tを透過した光は、波長選択素子8に入射する。波長選択素子8に入射した光のうち特定波長の光の一部は波長選択素子8によりブラッグ反射され、残部は波長選択素子8を透過する。この反射された光の少なくとも一部は、活性領域3 aから波長選択素子8へ至った光路とは逆の向きを辿って活性領域3 aへ帰還する。帰還した光束は、半導体レーザアレイ3の活性領域3 aまで戻り、活性領域3 a内で増幅され、さらに、半導体レーザアレイ3のレー

ザ光が出射される端面（出射面）に対向する端面（反射面）へ達する。反射面に達した光束は、該反射面で反射され、再び活性領域3aからx方向へ出射される。出射された光束の一部は再び上記光路で光学素子9まで達する。

【0034】

以上のように、光学素子9の反射部9rと波長選択素子8との間に外部レーザ共振器が構成されて、その共振器の内部に活性領域3aが位置しており、一部の光束が外部共振器で共振されて活性領域3aで誘導放出が起こる。これにより、誘導放出されるレーザ光の空間横モードは単一モードに近づく。一方、波長変換素子8を透過した光は、半導体レーザ装置1の外部へ出射される。これが半導体レーザ装置1からの最終的な出力光となる。

【0035】

上述のように半導体レーザ装置1は、光学素子9の反射部により反射される光束の光路を含む共振光路と、透過部を透過する光束の光路を含む出力光路とを備えることとなる。よって、半導体レーザ装置1では、半導体レーザアレイ3の活性領域3aで発生した光が共振光路で共振することで空間横モードが単一モードに近づき、空間横モードが単一モードに近づいたことで拡がり角が小さくなったレーザ光を出力光路から外部へ出力することができる。従って、半導体レーザ装置1によれば、最終的な出力光の拡がり角を小さくすることができる。

【0036】

また、共振光路及び出力光路を光学素子9における反射部9r及び透過部9tの配置によって分割しているので、両光路を分割するためにハーフミラー等を用いることがなく、全反射の反射部を設けている。よって、ハーフミラー等を用いて共振光の光路と出力光の光路を形成する場合よりも強い共振光が得られ、強い出力光が得られる。

【0037】

さらに、この半導体レーザ装置1は共振器の一方側に波長選択素子8を備えているので、この波長選択素子8により選択される特定波長の光が外部共振器により選択的に共振して、この特定波長の光が外部へ出力することができる。したがって、半導体レーザ装置1によれば、最終的な出力光のスペクトル幅を狭くすることができる。

【0038】

（第2実施形態）

次に、本発明の半導体レーザ装置の第2実施形態について説明する。図7は、第2実施形態の半導体レーザ装置20の構成を示す図であり、（a）は平面図であり、（b）は側面図である。半導体レーザ装置20は、半導体レーザアレイ3、コリメートレンズ5、波長選択素子8および光学素子9を備えている。

【0039】

第1実施形態の半導体レーザ装置1（図1）と比較すると、この第2実施形態の半導体レーザ装置20は、コリメートレンズ5と光学素子9との間に波長選択素子8が設けられている点で相違する。この相違点以外については、半導体レーザ装置20の構成は半導体レーザ装置1の構成と同じであるので説明を省略する。

【0040】

光学素子9は、コリメートレンズ5から出力されて波長選択素子8を透過した光を受光し、その受光した光のうち反射部9rに入射した光を反射させて活性領域3aへ帰還させ、透過部9tに入射した光を透過させて外部へ出力する。波長選択素子8は、コリメートレンズ5から出力された光束を受光して垂直入射させ、その垂直入射した光のうちブラッグ条件を満たす特定波長の光の一部を反射させて、その反射した光の少なくとも一部を、該光を出射した活性領域3aに帰還させ、該特定波長の光の残部を透過させる。

【0041】

そして、光学素子9の反射部9rと波長選択素子8との間に外部レーザ共振器が構成されて、その共振器の内部に活性領域3aが位置しており、一部の光束が外部共振器で共振されて活性領域3aで誘導放出が起こる。この半導体レーザ装置2でも、最終的な出力光は、拡がり角が小さく、スペクトル幅が狭い。

【0042】

(第3実施形態)

次に、本発明の半導体レーザ装置の第3実施形態について説明する。図8は、第3実施形態の半導体レーザ装置30の構成を示す図であり、(a)は平面図であり、(b)は側面図である。半導体レーザ装置30は、半導体レーザアレイスタック4、コリメートレンズ5、光学素子9および波長選択素子8を備えている。

【0043】

第1実施形態の半導体レーザ装置1(図1)と比較すると、この第3実施形態の半導体レーザ装置30は、複数の半導体レーザアレイ3を含む半導体レーザアレイスタック4を備える点、ならびに、これに伴い光学素子9および波長選択素子8それぞれのz方向の寸法が大きい点で相違する。この相違点以外については、半導体レーザ装置30の構成は半導体レーザ装置1の構成と同じであるので説明を省略する。

【0044】

図9は、半導体レーザアレイスタック4の斜視図である。半導体レーザアレイスタック4は、この図に示すように、複数の半導体レーザアレイ3と複数のヒートシンク4hとがz方向に沿って交互に配置された構造を有している。ヒートシンク4hは、半導体レーザアレイ3を冷却する。ヒートシンク4hは、銅製の平板状部材を組み合わせて形成した冷却水路を有している。冷却水は、この冷却水路内を循環する。

【0045】

各半導体レーザアレイ3は、第1実施形態で説明した半導体レーザアレイ3と同様の構成を有している。各コリメートレンズ5は、第1実施形態で説明したコリメートレンズ5と同様の構成を有している。光学素子9および波長選択素子8それぞれは、第1実施形態で説明したものと略同様の構成を有しているが、半導体レーザアレイスタック4のz方向の高さと同程度の高さを有している。半導体レーザアレイ3、コリメートレンズ5、波長選択素子8および光学素子9は、第1実施形態で説明した配置と同様に配置されている。

【0046】

この半導体レーザ装置30では、半導体レーザアレイ3の活性領域3aで発生した光が共振光路で共振することで空間横モードが単一モードに近づき、空間横モードが単一モードに近づいたことで拡がり角が小さくなったレーザ光を出力光路から外部へ出力することができる。従って、半導体レーザ装置30によれば、最終的な出力光の拡がり角を小さくすることができる。また、この半導体レーザ装置30によれば、波長選択素子8が設けられていることにより、最終的な出力光のスペクトル幅を小さくすることができる。

【0047】

また、波長選択素子8および光学素子9が1組のみでもよいので、半導体レーザ装置30の組み立てや光軸調整が容易である。

【0048】

(第4実施形態)

次に、本発明の半導体レーザ装置の第4実施形態について説明する。図10は、第4実施形態の半導体レーザ装置40の構成を示す図であり、(a)は平面図であり、(b)は側面図である。半導体レーザ装置40は、半導体レーザアレイ3、コリメートレンズ5、光学素子9および波長選択素子8を備えている。

【0049】

第1実施形態の半導体レーザ装置1(図1)と比較すると、この第4実施形態の半導体レーザ装置40は、波長選択素子8が反射型のラマンナス回折格子素子である点で相違する。この相違点以外については、半導体レーザ装置40の構成は半導体レーザ装置1の構成と同じであるので説明を省略する。

【0050】

本実施形態における波長選択素子8は、コリメートレンズ5によって屈折されて光学素子9の透過部9tを透過した各光束を受光して入射させ、その入射した光をラマンナス回折により反射させて、その回折した光のうち特定波長の特定回折次数(例えば1次)の光

を、該光を出射した活性領域に帰還させ、特定波長の特定回折次数の光以外の光（例えば 0 次光）を外部へ出力させる。

【0051】

このような半導体レーザ装置 40 において、半導体レーザアレイ 3 の各活性領域 3a から出射する光束は、各活性領域 3a からは z 方向に拡がって出射するが、コリメートレンズ 5 により屈折されることで z 方向については略平行光とされて、光学素子 9 に入射する。光学素子 9 では、その受光した各光束に対する反射部 9r と透過部 9t とが設けられている。光学素子 9 の反射部 9r で反射した光の少なくとも一部は、該光を出射した活性領域 3a に帰還される。また、光学素子 9 の透過部 9t を透過した光は、ラマンナス回折により光を反射させることができる波長選択素子 8 に入射する。波長選択素子 8 に入射した光のうち特定波長の特定回折次数の光は、該光を出射した活性領域 3a に帰還される。これにより、光学素子 9 の反射部 9r と波長選択素子 8 との間で外部共振器が形成されて、その共振器の内部に位置する活性領域 3a において誘導放出が起こり、レーザ発振する。一方、波長選択素子 8 に入射した光のうち特定波長の特定回折次数の光以外の光は、半導体レーザ装置 40 の出力光として外部へ出射する。この半導体レーザ装置 40 でも、最終的な出力光は、拡がり角が小さく、スペクトル幅が狭い。

【0052】

（第 5 実施形態）

次に、本発明の半導体レーザ装置の第 5 実施形態について説明する。図 11 は、第 5 実施形態の半導体レーザ装置 50 の構成を示す図であり、(a) は平面図であり、(b) は側面図である。半導体レーザ装置 50 は、半導体レーザアレイスタック 4、コリメートレンズ 5、光学素子 9 および波長選択素子 8 を備えている。

【0053】

第 3 実施形態の半導体レーザ装置 30（図 8）と比較すると、この第 5 実施形態の半導体レーザ装置 50 は、波長選択素子 8 が反射型のラマンナス回折格子素子である点で相違する。この相違点以外については、半導体レーザ装置 50 の構成は半導体レーザ装置 30 の構成と同じであるので説明を省略する。

【0054】

本実施形態における波長選択素子 8 は、コリメートレンズ 5 によって屈折されて光学素子 9 の透過部 9t を透過した各光束を受光して入射させ、その入射した光をラマンナス回折により反射させて、その回折した光のうち特定波長の特定回折次数（例えば 1 次）の光を、該光を出射した活性領域に帰還させ、特定波長の特定回折次数の光以外の光（例えば 0 次光）を外部へ出力させる。

【0055】

このような半導体レーザ装置 50 において、半導体レーザアレイスタック 4 に含まれる各半導体レーザアレイ 3 について、第 4 実施形態の場合と同様に動作する。すなわち、光学素子 9 の透過部 9t を透過した光は、ラマンナス回折により光を反射させることができる波長選択素子 8 に入射する。波長選択素子 8 に入射した光のうち特定波長の特定回折次数の光は、該光を出射した活性領域 3a に帰還される。これにより、光学素子 9 の反射部 9r と波長選択素子 8 との間で外部共振器が形成されて、その共振器の内部に位置する活性領域 3a において誘導放出が起こり、レーザ発振する。一方、波長選択素子 8 に入射した光のうち特定波長の特定回折次数の光以外の光は、半導体レーザ装置 50 の出力光として外部へ出射する。この半導体レーザ装置 50 でも、最終的な出力光は、拡がり角が小さく、スペクトル幅が狭い。

【0056】

（変形例）

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、第 3 実施形態の如く半導体レーザアレイスタック 4 を用いる場合において、第 2 実施形態の如くコリメートレンズ 5 と光学素子 9 との間に波長選択素子 8 が設けられていてもよい。また、第 3 実施形態において、光学素子 9 または波長選択素子 8 は、第 1 実施形態で

説明したものと同様の寸法であってもよく、この場合には、個々の半導体レーザアレイ 3 に対応して設けられる。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図 1】第 1 実施形態の半導体レーザ装置 1 の構成を示す図であり、(a) は平面図であり、(b) は側面図である。

【図 2】半導体レーザアレイ 3 の斜視図である。

【図 3】(a) は半導体レーザアレイの前端面（光出射面）を示す図である。(b) は活性領域の前端面を示す図である。

【図 4】コリメートレンズ 5 を示す斜視図である。

【図 5】光学素子 9 を示す斜視図である。

【図 6】波長選択素子 8 を示す斜視図である。

【図 7】第 2 実施形態の半導体レーザ装置 20 の構成を示す図であり、(a) は平面図であり、(b) は側面図である。

【図 8】第 3 実施形態の半導体レーザ装置 30 の構成を示す図であり、(a) は平面図であり、(b) は側面図である。

【図 9】半導体レーザアレイスタック 4 の斜視図である。

【図 10】第 4 実施形態の半導体レーザ装置 40 の構成を示す図であり、(a) は平面図であり、(b) は側面図である。

【図 11】第 5 実施形態の半導体レーザ装置 50 の構成を示す図であり、(a) は平面図であり、(b) は側面図である。

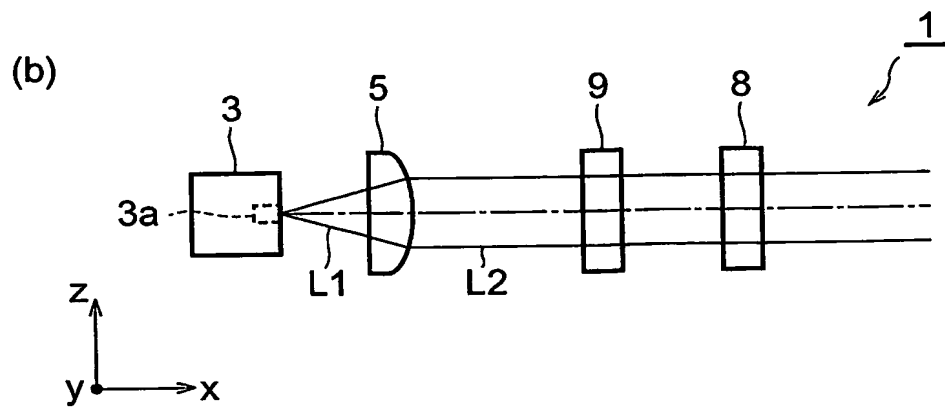
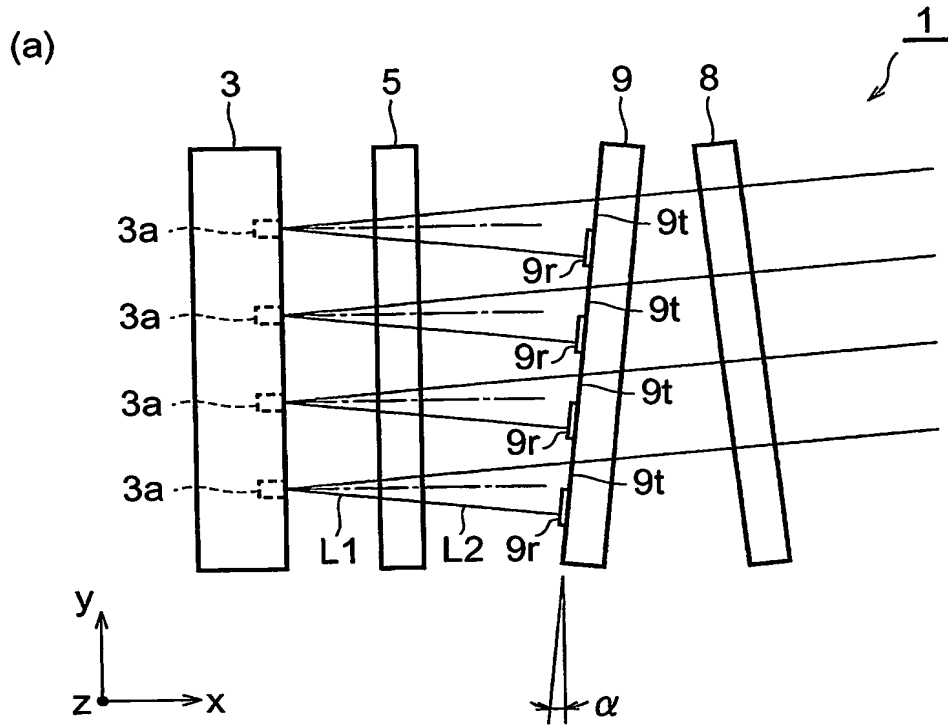
【図 12】半導体レーザアレイの活性領域から出射される光束の拡がり角を説明する図であり、(a) は側面図であり、(b) は平面図である。

【符号の説明】

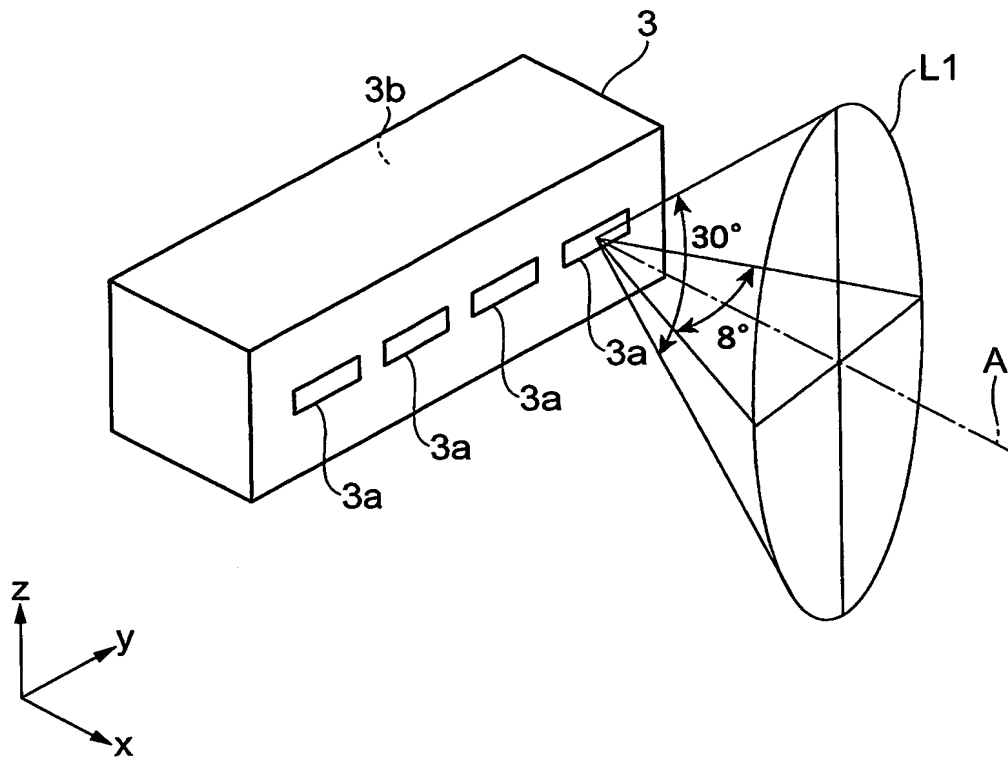
【0058】

1, 20, 30, 40, 50…半導体レーザ装置、3…半導体レーザアレイ、3a…活性領域、4…半導体レーザアレイスタック、5…コリメートレンズ、8…波長選択素子、9…光学素子。

【書類名】 図面
【図 1】

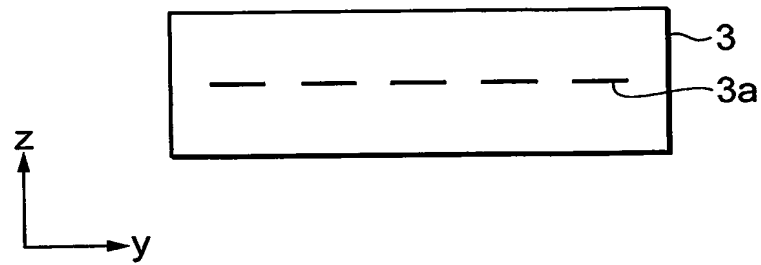


【図 2】

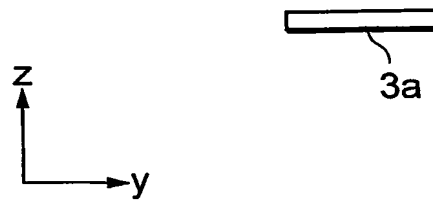


【図 3】

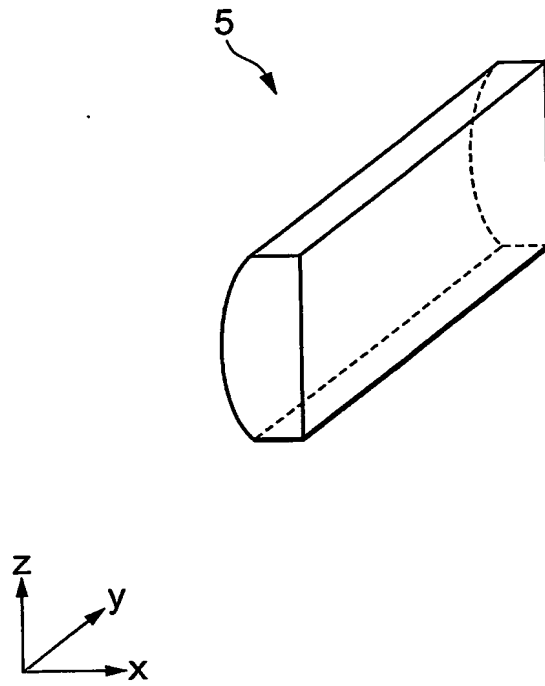
(a)



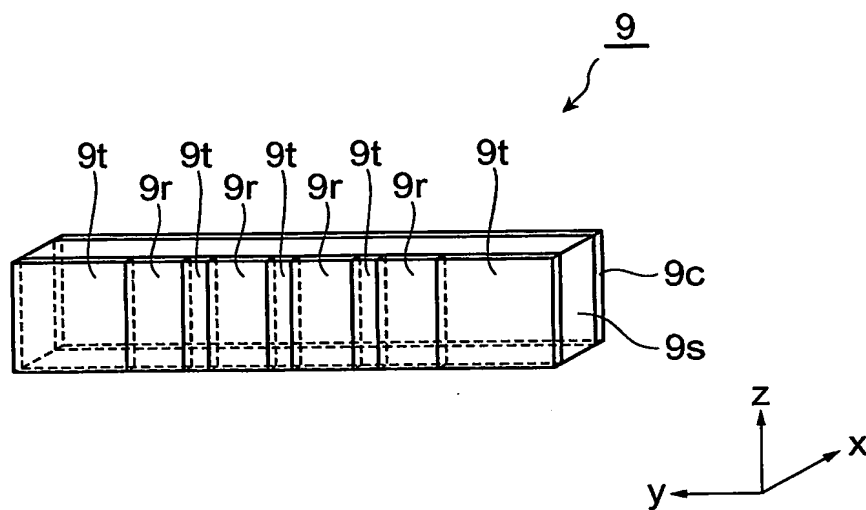
(b)



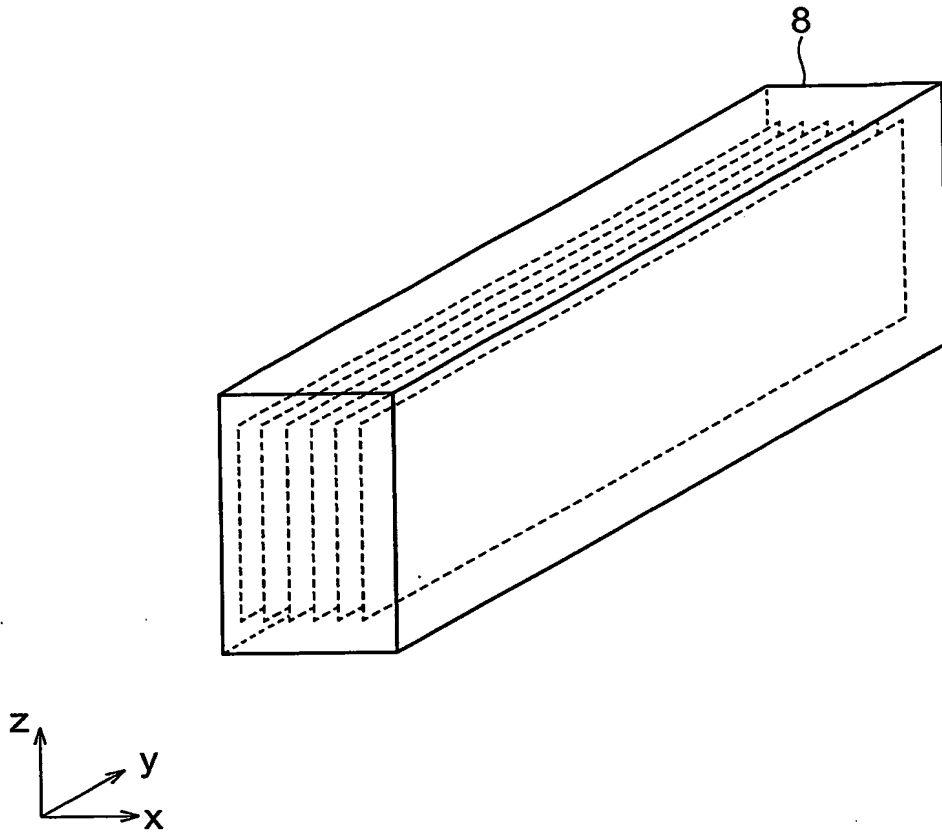
【図 4】



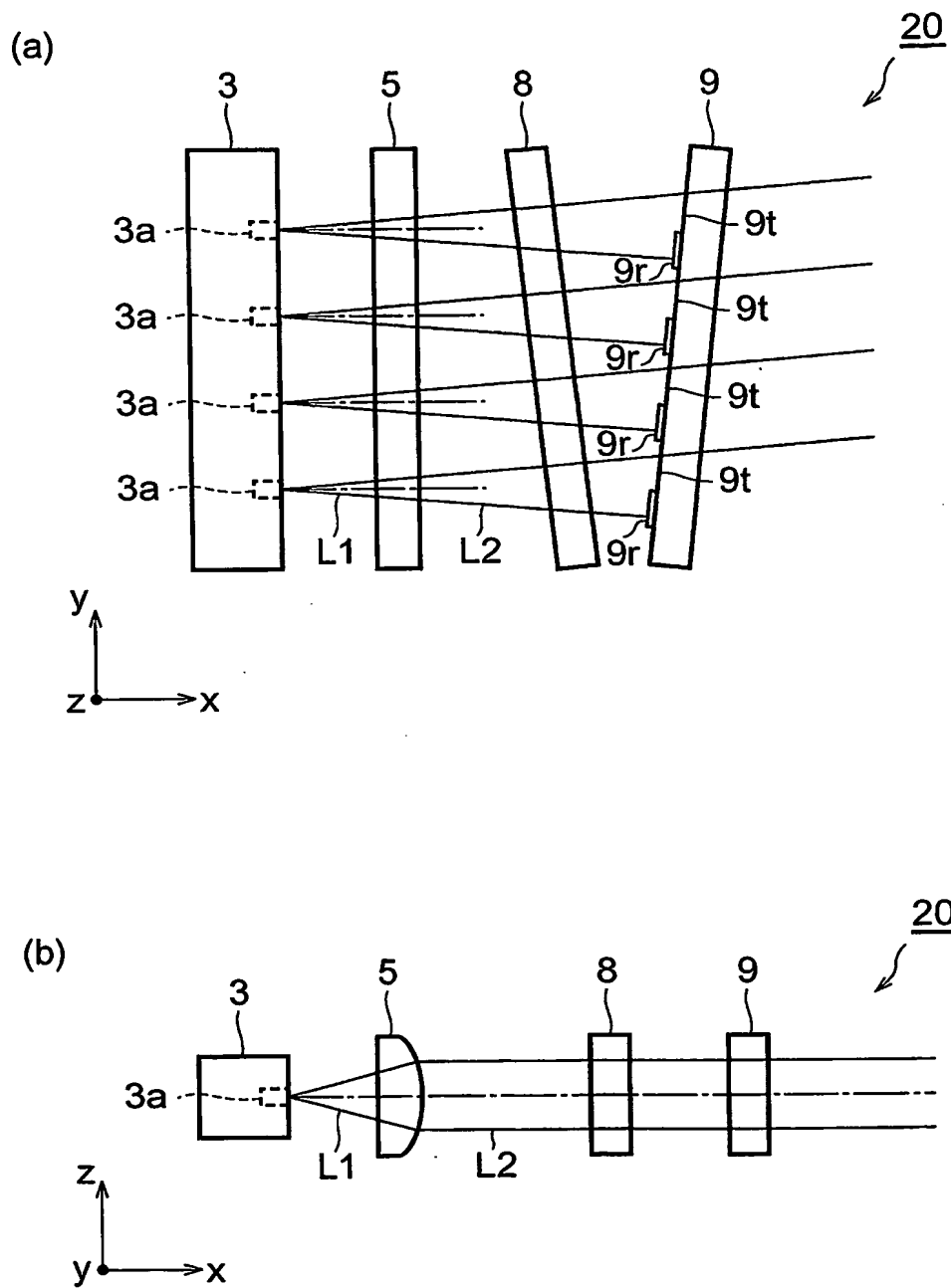
【図 5】



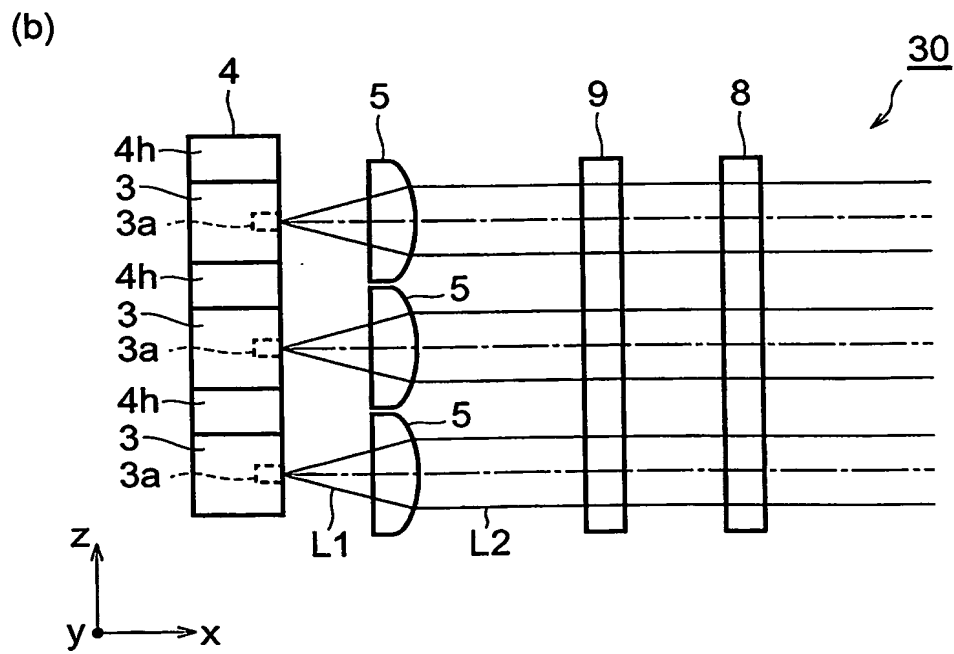
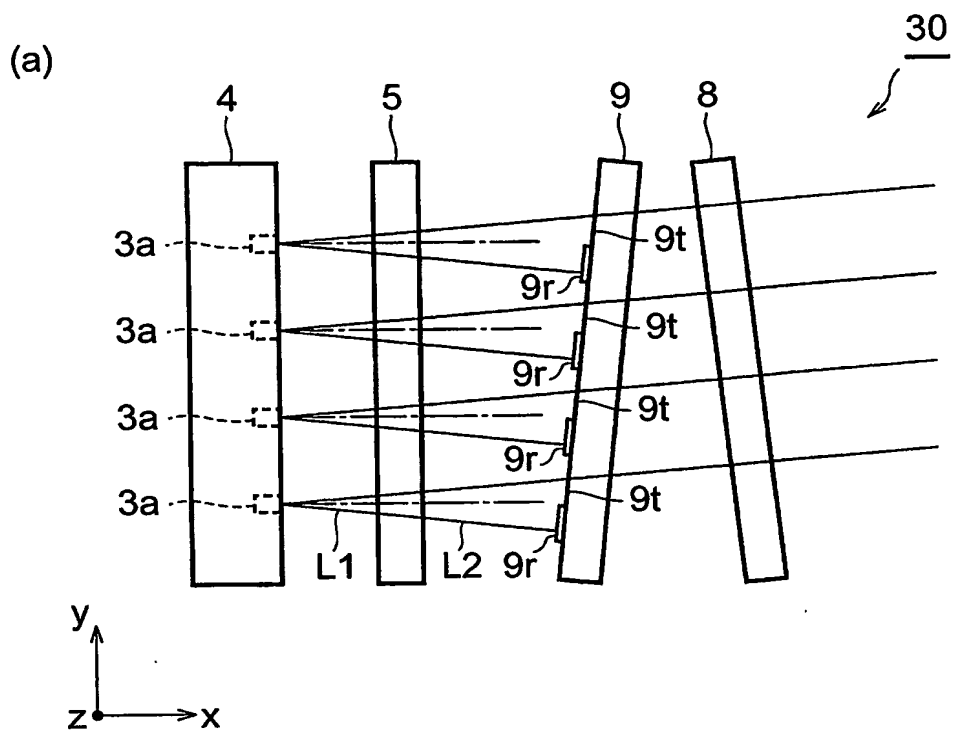
【図 6】



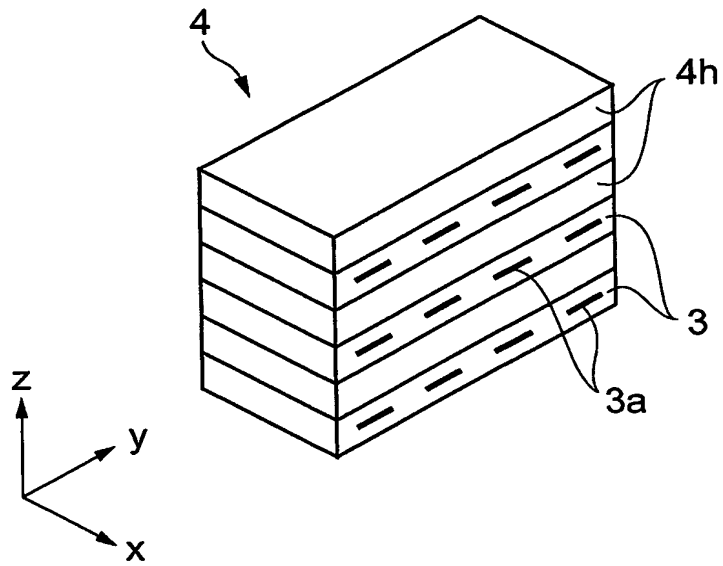
【図 7】



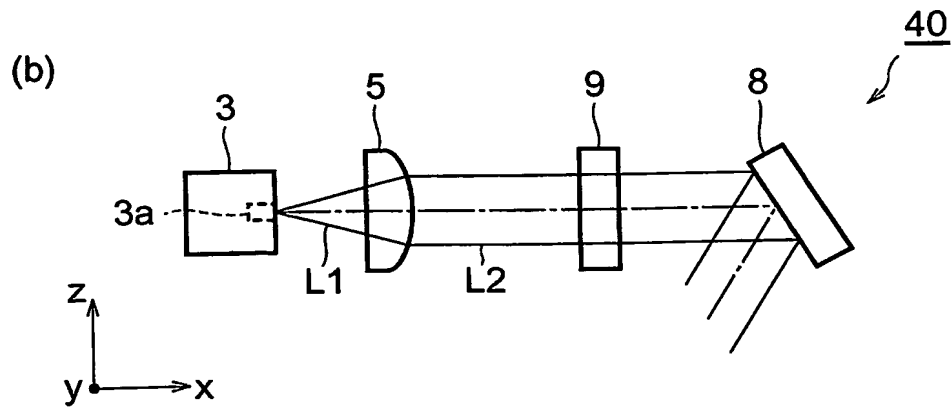
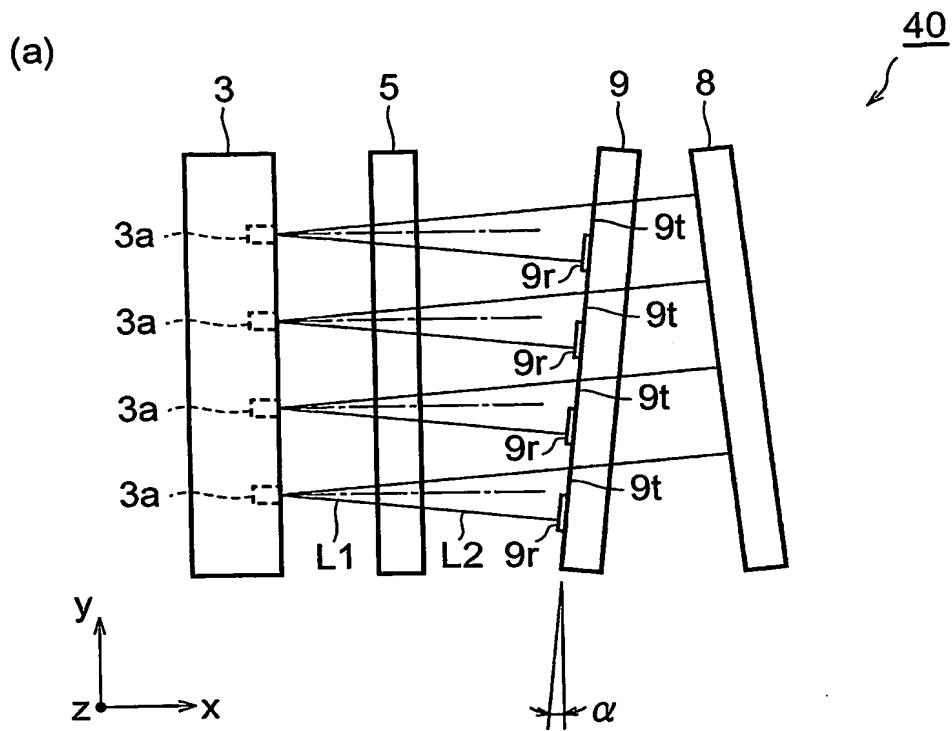
【図 8】



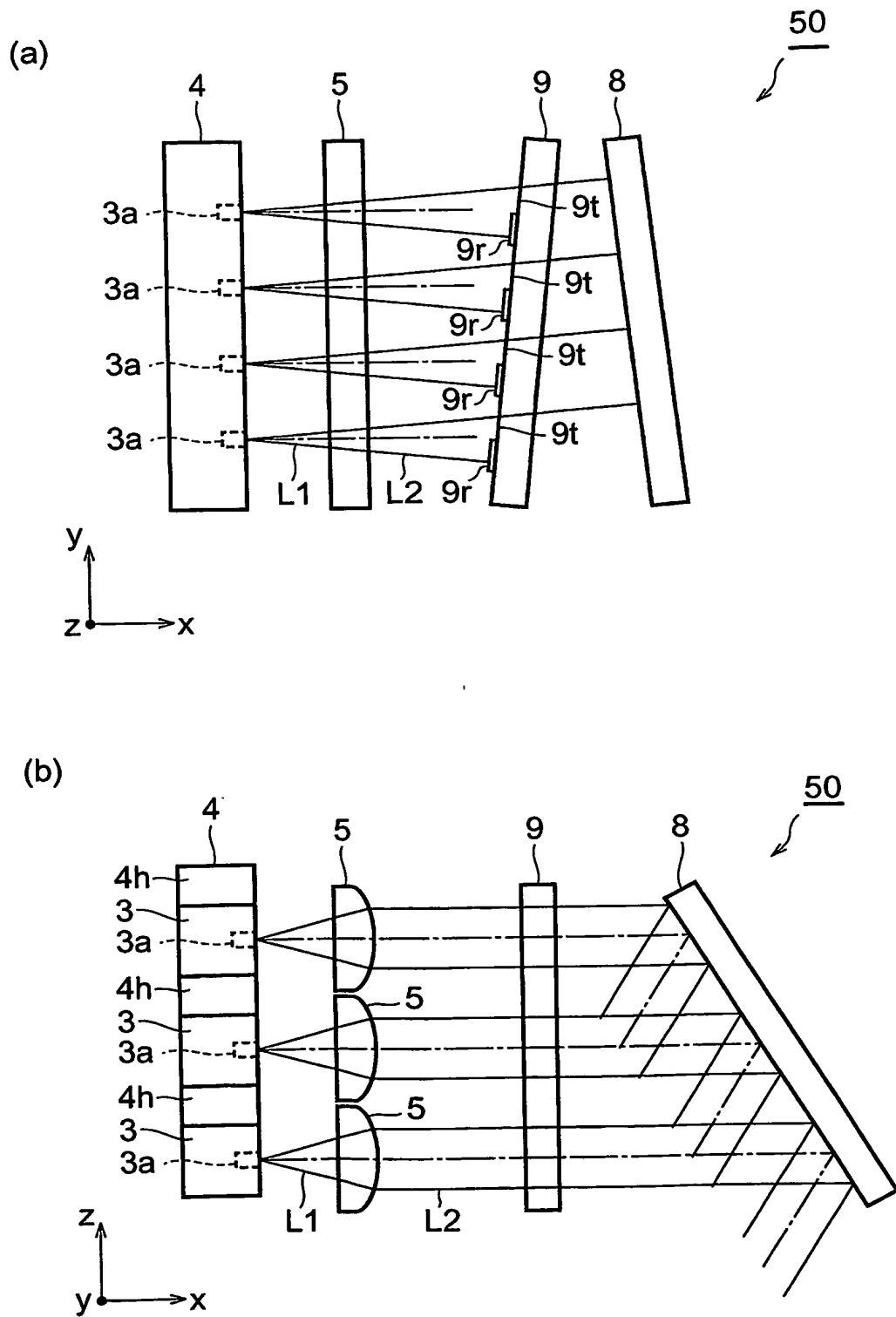
【図 9】



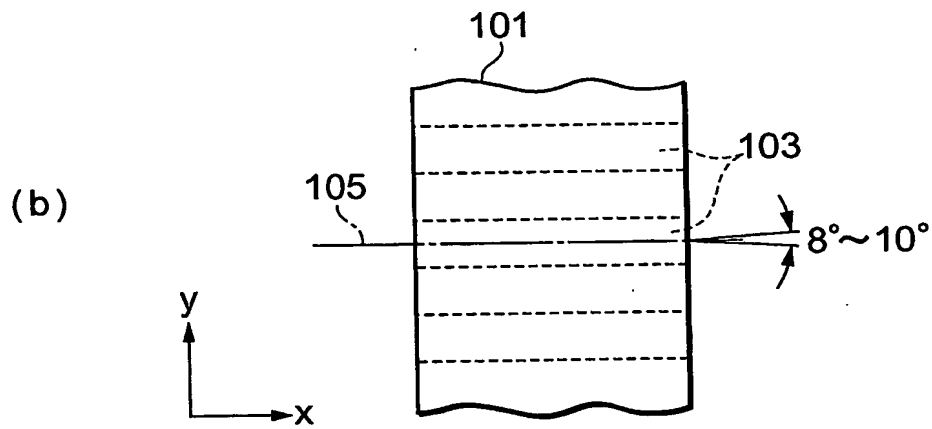
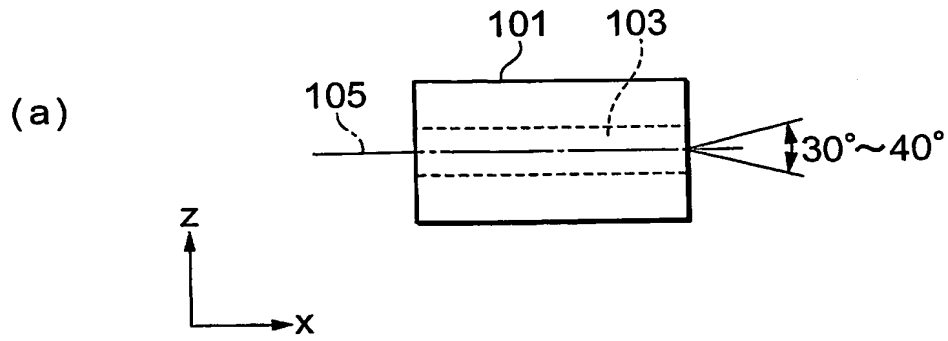
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 出射光の拡がり角を小さくし、スペクトル幅を狭くする。

【解決手段】 半導体レーザ装置 1 は、(1) y 方向に沿って並列に配列された複数の活性領域 3 a を有する半導体レーザアレイ 3 と、(2) 活性領域 3 a から出射した光束を x z 面内で屈折させるコリメートレンズ 5 と、(3) コリメートレンズ 5 によって屈折された光束を受光し、その受光した光束に対する反射部と透過部とを有し、反射部で反射した光の少なくとも一部を、該光を出射した活性領域 3 a に帰還させる光学素子 9 と、(4) コリメートレンズ 5 によって屈折された光束を受光して垂直入射させ、その垂直入射した光のうち特定波長の光の一部をブラッグ反射させて、その反射した光の少なくとも一部を、該光を出射した活性領域 3 a に帰還させ、特定波長の光の残部を透過させる波長選択素子 8 とを備え、光学素子 9 の反射部と波長選択素子 8 との間でレーザ共振器が構成されている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 2 0 3 3 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 6 4 3 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社